

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2004-006627
(43)Date of publication of application : 08.01.2004

(51)Int.Cl. H01L 21/768
H01L 21/027
H01L 21/312

(21)Application number : 2002-376123 (71)Applicant : AGERE SYSTEMS INC
(22)Date of filing : 26.12.2002 (72)Inventor : STEINER KURT G
VITKAVAGE SUSAN C
LYTLE STEVEN ALAN
GIBSON GERALD
JESSEN SCOTT

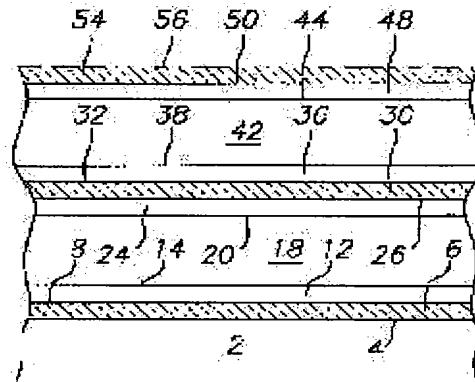
(30)Priority
Priority number : 2002 038352 Priority date : 02.01.2002 Priority country : US

(54) STRUCTURE AND METHOD FOR SEPARATING POROUS LOW k DIELECTRIC FILM

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide a structure and a method for separating a porous low k dielectric film.

SOLUTION: A film structure comprises the low k dielectric films 18 and 42; a barrier layer film 6; and N-H base source films such as an etching stopping film 30 and a hard mask film 54. A TEOS film is held between the low k dielectric film and a close N-H base film, and the TEOS films 12, 24, 36 and 48 suppress the diffusion of N-H bases such as amine and the like from the N-H base source film to the low k dielectric film. Since a base group which neutralizes an acid catalyst inside a chemical amplification type photoresist is not present in the low k dielectric film, the film structure is pattern-formed by using DUV lithography and the chemical amplification type photoresist.



(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11) 特許出願公開番号

特開2004-6627

(P2004-6627A)

(43) 公開日 平成16年1月8日(2004.1.8)

(51) Int.CI.⁷

H01L 21/768

H01L 21/027

H01L 21/312

F I

H01L 21/90

M

テーマコード(参考)

5FO33

H01L 21/312

C

5FO46

H01L 21/312

M

5FO58

H01L 21/30 563

H01L 21/90

V

審査請求 未請求 請求項の数 10 O L (全 11 頁)

(21) 出願番号

特願2002-376123 (P2002-376123)

(22) 出願日

平成14年12月26日 (2002.12.26)

(31) 優先権主張番号

10/038352

(32) 優先日

平成14年1月2日 (2002.1.2)

(33) 優先権主張国

米国(US)

(71) 出願人 500587067

アギア システムズ インコーポレーテッド

アメリカ合衆国、18109 ペンシルヴ
アニア、アレンタウン、アメリカン パー
クウェイ エヌイー 110

(74) 代理人 100064447

弁理士 岡部 正夫

(74) 代理人 100085176

弁理士 加藤 伸晃

(74) 代理人 100106703

弁理士 産形 和央

(74) 代理人 100096943

弁理士 白井 伸一

最終頁に続く

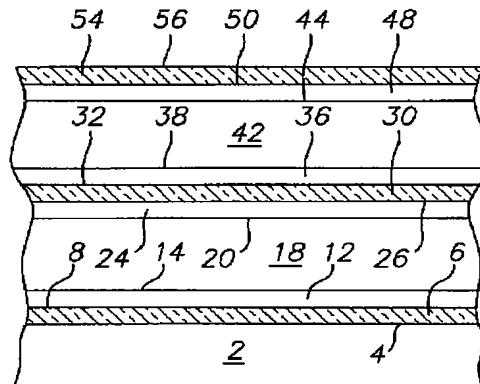
(54) 【発明の名称】多孔質低k誘電体膜を分離する構造および方法

(57) 【要約】 (修正有)

【課題】多孔質低k誘電体膜を分離する構造および方法を提供すること。

【解決手段】膜構造は、低k誘電体膜18, 42および、バリア層膜6、エッチング停止膜30およびハードマスク膜54のようなN-H塩基源膜を含む。この低k誘電体膜と近接N-H塩基膜の間にTEOS膜が挟まれ、このTEOS膜12, 24, 36, 48が、N-H塩基源膜から低k誘電体膜へのアミンまたは他のN-H塩基の拡散を抑制する。化学增幅型フォトレジスト内の酸触媒を中和する塩基が低k誘電体膜中に存在しないので、この膜構造は、DUVリソグラフィおよび化学增幅型フォトレジストを使用してパターン形成することができる。

【選択図】 図2



【特許請求の範囲】**【請求項1】**

低k誘電体層と、

そこから拡散することができるN-H塩基基を含む窒素塩基層と、

前記低k誘電体層と前記窒素塩基層の間に直接挟まれた酸素含有層とを備える半導体製品

。

【請求項2】

前記酸素含有層が、TEOS(テトラエチルオルソシリケート)酸化膜を含む、請求項1に記載の半導体製品。

【請求項3】

前記窒素塩基層が、窒化ケイ素膜および窒素添加炭化ケイ素膜のうちの1つを含む、請求項2に記載の半導体製品。

【請求項4】

前記酸素含有層が、酸素添加炭化ケイ素を含む、請求項1に記載の半導体製品。

【請求項5】

前記半導体製品が、

バリア層の上に配置された下の低k誘電体層と、

前記下の低k誘電体層の上に配置されたエッチング停止層と、

前記エッチング停止層の上に配置された上の低k誘電体層と、

前記上の低k誘電体層の上に配置されたハードマスク層とを含み、

前記窒素塩基層が前記バリア層を含み、かつ前記エッチング停止層と前記ハードマスク層を含む他の窒素塩基層をさらに含み、

前記他の窒素塩基層各々が、そこから拡散することができるN-H塩基基を含み、

前記酸素含有層が、前記バリア層と前記下の低k誘電体層の間に挟まれたTEOS酸化物層を含み、さらに、各前記他の窒素塩基層と前記近接低k誘電体層との間に挟まれた他のTEOS層をさらに含む、請求項1に記載の半導体製品。

【請求項6】

前記低k誘電体層が、オルガノシリケートガラスおよびSiOC-Hのうちの1つを含む、請求項1に記載の半導体製品。

【請求項7】

基板の上に形成されたバリア層と、

前記バリア層の上に形成された下の低k誘電体層と、

前記下の低k誘電体層の上に形成されたエッチング停止層と、

前記エッチング停止層の上に形成された上の低k誘電体層と、

前記上の低k誘電体層の上に配置されたハードマスク層と、

前記下の低k誘電体層と前記バリア層の間、前記下の低k誘電体層と前記エッチング停止層の間、前記エッチング停止層と前記上の低k誘電体層の間、および前記上の低k誘電体層と前記ハードマスクの間のうちの少なくとも1つ間に挟まれたTEOS(テトラエチルオルソシリケート)酸化膜とを備える半導体製品。

【請求項8】

前記ハードマスク層、前記上の低k誘電体層、前記エッチング停止層、および前記下の低k誘電体層を通って延びるように、開口が形成され、かつ前記開口内に形成されたDUVフォトレジストをさらに含む、請求項7に記載の半導体製品。

【請求項9】

半導体製品を形成するためのプロセスであって、

基板の上に少なくとも1つの低k誘電体膜を形成するステップと、

アンモニアを含む原料化学反応を使用して、前記基板の上に少なくとも1つのN-H塩基基を形成するステップと、

テトラエチルオルソシリケートおよび酸素を使用して、少なくとも1組の近接した前記低k誘電体膜と前記N-H塩基源膜の直ぐ間に、TEOS酸化膜を形成するステップとを

含み、積層膜を形成するプロセス。

【請求項10】

前記積層膜を通じて延びる開口を形成するステップと、

前記開口中にDUVフォトレジストを導入するステップと、

前記開口をデュアル・ダマシン開口に変えるように、パターン形成しエッチングするステップと、

前記デュアル・ダマシン開口に導電性材料を充填するステップとをさらに含む、請求項9に記載のプロセス。

【発明の詳細な説明】

【0001】

関連出願

この出願は、「FULL VIA FIRST INTEGRATION METHOD OF MANUFACTURE」という名称の2001年6月28日に出願された米国仮特許出願番号60/301,295号の優先権を主張し、また、これの内容を参照してここに組み込む。

【0002】

【発明の属する技術分野】

本発明は、最も一般的には、半導体デバイスおよびその製造方法に関する。より詳細には、本発明は、塩基基が低k誘電材料中でネスト状になり、その後フォトレジストを溶けなくするのを防ぐ方法および構造を提供する。

【0003】

【従来の技術】

先進VLSI (Very Large Scale Integration(超大規模集積化)) 半導体デバイスの製造では、遠紫外(DUV)リソグラフィが広く使用されている。化学增幅型DUVフォトレジストによって、リソグラフィ・システムの性能が改良され、さらにデバイス特徴分解能が向上した。低誘電率(低k)誘電体によって、寄生容量の低減、伝播遅延の減少したがってデバイス速度の向上として性能向上が実現されるので、低誘電率(低k)誘電体は今日の半導体製造産業では好都合である。また、銅相互接続の特徴の使用は、相互接続線の線抵抗を減少させるのに有利である。代表的な銅相互接続方式では、相互接続経路を画定するためにダマシン製造技術が使用される。デュアル・ダマシン法は、低コスト処理、レベル間位置合わせ許容誤差の改良を実現し、したがって、より厳しい設計ルールおよび性能の向上を可能にするので好ましい。

【0004】

銅相互接続線およびDUVリソグラフィで使用される化学增幅型フォトレジストと共に低k誘電体を使用することの欠点は、多孔質低k誘電体中でネスト状になった塩基基が、化学增幅型フォトレジストに含まれた酸触媒と相互作用して、露光されたフォトレジストを現像液に溶けなくするということである。この不要な残留フォトレジストは、形成されるパターンを歪ませ、さらに、除去し難い。アミンまたは他のN-H塩基基のような塩基基は、一般に、積層膜中に使用される従来のハードマスク膜、エッチング停止層、およびバリア膜に関連して生成され、この積層膜は、低k誘電体膜も含み、デュアル・ダマシン処理で効果的に使用される。エッチング停止層およびバリア膜は、一般に、窒素含有膜である。

【0005】

【発明が解決しようとする課題】

したがって、低k誘電体膜からの塩基基との相互作用による化学增幅型フォトレジストの劣化なしに、銅相互接続技術、低k誘電体膜およびDUVリソグラフィ・システムの化学增幅型フォトレジストによって与えられる恩恵を受けることが望ましい。

【0006】

【課題を解決するための手段】

本発明は、N-H塩基基を含む窒素塩基層から低k誘電体層を分離するための方法および

構造を提供する。ここで、このN-H塩基基は、窒素塩基層から拡散して低k誘電体層中でネスト状になることができる。本発明は、低k誘電体層と窒素塩基層の直ぐ間に配置された酸素含有層を設ける。

【0007】

また、本発明は、半導体製品を形成するためのプロセスを提供し、このプロセスは、基板の上に少なくとも1つの低k誘電体膜を形成すること、アンモニアを含む原料化学反応を使用して基板の上に少なくとも1つのN-H塩基膜を形成すること、および少なくとも1組の近接した低k誘電体膜とN-H塩基膜の間にTEOS(テトラエチルオルソシリケート)酸化膜を形成することを含む。

【0008】

本発明は、添付の図面に関連して読まれるとき、次の詳細な説明から最適に理解される。一般的な手続きに従って、図面の様々な特徴は一定の倍率に従っていないことを強調しておく。その反対で、様々な特徴の寸法は、理解し易いようにするために任意に拡大または縮小されている。明細書および図面の全体を通して、同様な数字は同様な特徴を示す。次の図が図面に含まれている。

【0009】

【発明の実施の形態】

本発明は、デュアル・ダマシンVLSI(超大規模集積化)処理技術で一般的に使用される積層膜で低k誘電体膜を使用するための方法および構造を提供する。この積層膜は、様々な例示的な実施形態で、ハードマスク膜、エッチング停止膜およびバリア層膜を含むことができる。積層膜は、導電性相互接続線または他の下部構造の上に形成することができる。エッチング停止層、ハードマスク層およびバリア層は、各々、窒素塩基層である可能性があり、この窒素塩基層は、そこから拡散することができるN-H塩基基を含む。窒素塩基層は、窒化ケイ素(SiN)または窒素添加炭化ケイ素(SiC-N)のような窒素含有膜であることができる。これらの窒化物膜および炭化物膜を形成するために使用される一般的な堆積化学反応は、アンモニアNH₃を含み、または生成し、このアンモニアは低k誘電体の中に、さらに、それ全体にわたって容易に拡散する。ハードマスク層は、膜形成化学反応で窒素および亜酸化窒素を使用して形成された酸化ケイ素膜であることができる。ハードマスク、エッチング停止層およびバリア層は、プラズマ増速化学気相成長法(PECVD)を使用して形成することができるが、他の方法を代わりに使用することができる。PECVDを使用する膜形成プロセスで、原料ガスとして、アンモニアまたは他の窒素含有ガスを含むことができる。アンモニア、様々なアミン、およびアミノシランのような他のN-H塩基基は、膜形成化学反応で使用することができ、かつ/または副生成物であることができる。従来技術によると、これらの種は、ハードマスク膜、エッチング停止膜およびバリア層膜の形成中に多孔質低k誘電体の中に、さらに、それ全体にわたって拡散することができる。または、これらの種は、膜形成プロセスが完了した後で、多孔質低k誘電体の中に拡散することができる。一般に、ハードマスク膜、エッチング停止膜およびバリア膜の形成中に生成されるような様々なアミン、アミノシラン、および他のN-H塩基基は、一般に前記の膜と境界を接する低k誘電体膜中に拡散することができる。本発明は、低k誘電体と、近接するハードマスク膜、エッチング停止膜、バリア層膜または他の窒素塩基層との直ぐ間に、TEOS酸化膜のような酸素含有膜を設ける。酸素含有膜は、低k誘電体膜中のN-Hおよび他の塩基基の拡散を抑制する。

【0010】

従来技術の従来配列によれば、酸素含有拡散抑制膜は存在せず、N-H塩基または他の塩基種は、一般に多孔質である低k誘電体の中に、さらにその全体にわたって拡散する。低k誘電体から、これらの塩基種は、低k誘電体層に接するフォトレジスト材料中に拡散することができる。これは、図1に示す従来技術の配列に示されている。

【0011】

図1は、積層膜内に形成された開口123の従来技術の配列を示す。積層膜は、比較的多孔質の膜である可能性がある低k誘電体膜117および125を含むことができる。また

、積層膜は、例示的なバリア層111、例示的なエッチング停止層129および例示的なハードマスク層127も含む。例示的な実施形態では、1つまたは複数のバリア層111、エッチング停止層129、およびハードマスク層127は、窒素含有膜のような膜であり、アンモニア、または膜形成プロセス中および/または形成された膜中にN-H塩基種を生成する他のガスを使用して形成することができる。膜を形成するためにPECVDが使用される例示的な実施形態によれば、アンモニアまたは他の窒素ガスは、膜を形成するために使用されるプラズマ化学反応の成分として含めることができる。アミンまたは他のN-H塩基種は、また、プラズマ中に存在することができる。したがって、膜形成プロセス中に、または膜形成の後で、様々なアミン、アミノシランおよび他のN-H塩基種は、バリア層111、エッチング停止層129、およびハードマスク層127から低k誘電体膜117および125の中に拡散することができる。塩基性のN-H種のそのような拡散は、図1に示す矢印110で示す。このようにして、N-H塩基種は、多孔質低k誘電体層117および125内でネスト状になる。開口123は、低k誘電体の露出された側壁137を含む。

【0012】

さらに図1の従来技術構造を参照して、VLSI処理で一般に使用されるデュアル・ダマシン処理方式によると、開口123が形成された後で、別のダマシン開口が積層膜に形成され、開口123の上に整列されて、デュアル・ダマシン開口すなわち2段開口を生成する。そのような開口は、DUVフォトレジスト膜を基板に塗布し、次に好ましくは化学増幅型フォトレジストの一部を露光して形成されるのが好ましい。化学増幅型フォトレジスト130は、積層膜の上に形成され、開口123を埋める。従来のフォトマスク161は透過部153および不透明部113を含む。DUVリソグラフィを使用して、紫外光が透過部153を通過して照らし、望ましくはDUV化学増幅型フォトレジスト130内の酸触媒を活性化して、フォトレジスト構造内の化学結合を壊し、フォトレジストを現像液に溶けるようになる。フォトマスク161の不透明部113の下のフォトレジスト130の部分135は、露光されないので、現像液に溶けない。マスク113の透明部153の下のフォトレジスト部の全体が、紫外光による酸触媒活性化により現像液に溶けるようになるのが望ましい。フォトレジスト130の部分141は、そのような溶ける部位である。既存の開口123の上にデュアル・ダマシン開口が形成されるようになる実施形態では、開口123内のフォトレジスト膜130の全ての部分が露光され、かつ現像されるのが望ましい。しかし、フォトレジスト130の部位167の中で、矢印151で示すように、低k誘電体膜117および125から塩基種が側壁137を通ってフォトレジスト130中に拡散する。このアミン、N-H塩基種がDUVフォトレジストの酸触媒と相互作用し、これを中和する。したがって、中和された酸触媒は、DUV光で露光されたとき、活性化されない。したがって、部分167は、現像液に溶けなくなって残り、従来技術の従来方法によるパターンを歪ませる。

【0013】

図2は、本発明による例示的な積層膜を示す。下部構造2は表面4を含み、この表面の上に、本発明の例示的な積層膜が形成される。表面4は、半導体基板の表面、またはそのような基板の上に形成された導電線のような特徴の表面であることができる。図2は、低k誘電体膜18および42を含む。例示的な低k誘電体膜18および42は、各々、PECVD、または当技術分野で使用可能であるような低k誘電体膜を形成するための他の適切な方法を使用して形成することができる。低k誘電体膜は、一般に3.9～4.1程度である二酸化ケイ素の誘電率よりも小さな誘電率を特徴とする。例示的な実施形態では、低k誘電体膜は、3.5よりも小さな誘電率を含むことができる。約1.0の誘電率である真空を内蔵することによって、低k誘電体膜の全体の誘電率が下がるので、低k誘電体膜は多孔質であることが望ましい。例示的な実施形態では、低k誘電体膜は有機珪酸塩ガラス(OSG)であってもよい。例示的な実施形態によれば、低k誘電体は、PECVDを使用しテトラメチルサイクロテトラシロキサン、酸素および二酸化炭素を使用して形成することができるようなSiOC-Hのような多孔質低k誘電体であってもよい。他の例示

的な実施形態によれば、低k 誘電体は、後でベーリングされて微細孔を生成するポロゲンを有するスピノン芳香族炭素であってもよい。他の実施形態によれば、Black Diamond (Applied Materials Corporation)、Coral (Novellus)、FlowFill (Trikon)、およびEagle 2 (ASM) のような市販のOSG材料であってもよい。そのような低k 誘電体材料は、ただ例示的であるというだけの意図であり、他の低k 誘電体膜を、他の例示的な実施形態に従って使用することができる。低k 誘電体膜18 および42 の厚さは、特定の実施形態によって変化し、様々な例示的な実施形態では1000 から10000 オングストロームの範囲に及ぶ可能性がある。他の例示的な実施形態に従って他の厚さを使用することができる。

【0014】

図2 に示す膜構造は、単に例示的であるという意図であり、この例示的な積層膜はデュアル・ダマシンVLSI 处理で使用するのに適している。この例示的な実施形態によると、積層膜は、バリア層6、エッチング停止層30 およびハードマスク層54 を含む。これらの層の各々は、窒化ケイ素膜、窒素添加炭化ケイ素膜または他の窒素含有膜のような「窒素塩基層」と考えられる。他の例示的な実施形態によれば、膜6、30 および54 は、形成された膜の成分として窒素を含まない窒素塩基層であるかもしれないが、膜の形成でアンモニア、亜酸化窒素または窒素分子のような窒素含有種を使用することができ、したがって、膜形成プロセスの副生成物としてN-H または他の窒素含有塩基基を含むことができる。例示的な実施形態では、ハードマスク膜層54 は、PECVD 形成プロセスでシラン、亜酸化窒素および窒素を使用して形成された酸化ケイ素膜であることができる。層6、30 および54 の各々は、窒素塩基層として示され、それぞれの層から拡散して出ることができるN-H 塩基基を含む。これらの膜は、各々、PECVD 法を使用して形成することができ、例示的な実施形態では、プラズマ化学反応にアンモニアNH₃ を含むことができる。

【0015】

他の実施形態では、そこから拡散することができるN-H 塩基基をその中に含む窒素塩基層は、他の例示的な膜の表面、例えば、アンモニアまたは他の窒素含有化学反応で処理された膜の表面であることができる。

【0016】

バリア層6 は上面8 を含み、エッチング停止層30 は上面32 を含み、さらにハードマスク層54 は上面56 を含む。一般に、層6、30 および54 の1つまたは全ては、アミンまたは他のN-H 塩基基のような塩基基を含み、これらの塩基基は、抑制しなければ、膜形成中に、またはその後で、それぞれの膜から低k 誘電体膜18 または42 の中に拡散することができる。これらのN-H 塩基基は、所望の多孔質低k 誘電体膜中でネスト状になる。膜12、24、36 および48 は、そのような拡散を抑制し、そのような塩基基をどちらでもそれぞれの層6、30、および54 内に保持する。膜12、24、36 および48 は、酸素含有膜である。例示的な実施形態によれば、そのような酸素含有膜は、TEOS (テトラエチルオルソシリケート) および酸素を使用する酸化物層のプラズマ増速化学気相成長法を使用して形成することができる。これらの成分を使用して形成されたそのような酸素含有膜は、一般に当技術分野で、TEOS 膜またはTEOS 酸化膜と呼ばれる。したがって、テトラエチルオルソシリケートおよび酸素を使用して形成された酸素含有膜は、今後、TEOS 膜と呼ぶ。例示的な実施形態で、TEOS 膜は、50 から100 オングストロームの範囲内の厚さであることができるが、様々な他の厚さを他の実施形態で使用することができる。他の例示的な実施形態によれば、酸素含有膜を生成し、膜形成プロセス中にアミン、アミノシランまたは他のN-H 塩基基を好ましくは生成しない他の適切な方法を使用して、酸素含有膜12、24、36 および48 は形成することができる。他の例示的な実施形態に従って、TEOS 膜以外の酸化膜を使用することができる。1つの例示的な実施形態によれば、酸素含有膜は酸素添加炭化ケイ素であってもよい。酸素含有膜12 は、上面14 を含む。

【0017】

図2の構造は、ただ単に例示的なものであるという意図であり、様々な他の多数の低k誘電体膜および様々な他の窒素塩基層または他の塩基含有源膜を、他の例示的な実施形態に従って使用できる。窒素塩基層は、成分として窒素を含むことができ、または、膜形成中に生成されるN-Hまたは他の塩基基を含むことができる。窒素塩基層は、ハードマスク膜、バリア層膜、エッチング停止層、または他の電気的または構造的な機能を果たす他の膜として作用することができる。本発明の基本的な概念は、各近接した膜の組の低k誘電体膜と窒素塩基層がTEOSまたは他の酸素含有膜で分離され、このTEOSまたは他の酸素含有膜が塩基含有源膜から低k誘電体に塩基種が拡散するのを抑制することである。このTEOSまたは他の酸素含有膜は、低k誘電体膜と塩基含有源膜の直ぐ間に形成され、それぞれと隣接する境界を形成するのが効果的である。他の例示的な実施形態では、窒素塩基層は、例えばアンモニア含有プラズマで処理された後の表面にアミンまたは他のN-H塩基基を含む他の膜の表面であってもよい。

【0018】

図3は、本発明の積層膜がその上に形成された例示的な下部構造2の断面である。例示的な下部構造2は、導電線5および絶縁材料5-8を含む。導電線5は、銅または他の適切な導電材料で形成することができる。表面4は、一般に、平面であり、図示の実施形態では、導電線5は表面4から下に延びる。化学機械研磨を含むダマシン処理は、おおむね平らな表面4内に導電線5を設けるために使用することができる。絶縁材料5-8は、低k誘電体または他の誘電体であってもよい。図3に示す下部構造2は、ただ例示的なものであるという意図であり、他の下部構造を代わりに使用することができる。後の図に示すように、下にある導電線にコンタクトをとるために例示的な積層膜を貫通して開口を形成することができるよう、導電線の上に図2に示す例示的な積層膜を形成するのが好ましい。

【0019】

図4は、図2に示す例示的な積層膜を貫通して形成された開口6-0を示す断面図である。開口6-0は、ハードマスク層5-4の上面5-6から下方に延び、ハードマスク層5-4、酸素含有膜4-8、上の低k誘電体膜4-2、酸素含有膜3-6、エッチング停止層3-0、酸素含有膜2-4、下の低k誘電体膜1-8を通って延び、酸素含有膜1-2で終わる。開口6-0は、酸素含有層1-2の上面1-4の一部である底6-2を含む。バリア層6は、導電材料の上に形成されて、例えば図3に示す導電線5のような下の導電線から酸素含有層1-2を分離することができる。プラズマ・エッチングのような様々な適切な手段が、開口6-0を形成するために使用できる。開口6-0の形成の後で、デュアル・ダマシンすなわち2段の開口の一部として開口6-0を使用して、デュアル・ダマシン開口を形成するのが望ましい。したがつて、塗布のような従来方法を使用して、この構造の上に光敏感膜6-4が形成される。光敏感膜6-4は、上面5-6の上に形成され、開口6-0を充填する。光敏感膜6-4は、DUVフォトトレジストのような市販のフォトトレジストであってもよい。例示的な実施形態では、光敏感膜6-4は、酸触媒を含む化学增幅型DUVフォトトレジストであってもよく、この酸触媒によって、フォトトレジスト材料は、紫外光に露光されたとき現像液に溶けるようになる。他の例示的な実施形態では、他の光敏感材料を使用することができる。光敏感膜6-4が図4に示すように形成された後で、デュアル・ダマシン構造を生成するように光敏感膜6-4内にパターンを形成することができる。

【0020】

図5は、フォトマスク6-8を使用してパターンが形成された後の図4に示す構造を示す。フォトマスク6-8は、光敏感膜6-4を露光するために使用される光に対して、それぞれ透明および不透明であるように選ばれた透過部7-0および不透明部7-2を含む。露光に使用される光は、光敏感膜6-4に関連して選ばれる。例示的な実施形態では、DUVフォトトレジストと共に、紫外光を使用することができる。フォトマスク6-8に形成された透過パターンを通して、DUV光源によって、光敏感膜6-4の部分が露光されたとき、光敏感膜6-4のこの露光部は、現像液に完全に溶けるようになるのが望ましい。その後現像液が光敏感膜6-4に接触したとき、露光されて現像液に溶けるようになった部分は、現像除去され

、光敏感材料6 4 にパターンが形成される。エッチングまたは他の方法を使用して、例示的な積層膜のような下の構造に、実質的に同一のパターンを形成することができる。図5は、光敏感膜6 4 の露光部7 4 を示す。露光部7 4 は、現像液に溶ける。本発明の酸素含有膜1 2 、2 4 、3 6 および4 8 のために、低k 誘電体膜1 8 および4 2 は、アミンまたはアミノシリケートのようなN-H 塩基基または他の窒素含有塩基基を含まない。もし含めば、そのような塩基基は、側壁7 6 を通過し、光敏感膜6 4 内の酸触媒と相互作用し、図1の従来技術の構造に示すような露光され現像液に溶けるのが望ましい光敏感膜の部分を溶けなくするだろう。同様に、酸素含有膜1 2 の存在は、N-H 塩基基がバリア層6 から光敏感膜6 4 中に拡散するのを防止する。本発明によれば、光敏感膜6 4 の露光部7 4 は、下方に底6 2 まで延び、現像液に実質的に完全に溶ける。その理由は、光敏感膜6 4 の酸触媒が、酸触媒を中和し無効にする塩基基と複合体を形成していないからである。したがって、光敏感膜6 4 の露光部7 4 内の酸触媒によって、光敏感膜が紫外光で露光された後で、露光部7 4 が現像液に溶けるようになる。露光部7 4 が現像液で処理され、除去された後で、エッチング・プロセスを使用して、図6に示す例示的なデュアル・ダマシン構造を形成することができる。

【0021】

図6は、図5に示す光敏感膜6 4 が現像され、下の積層膜の部分がエッチングされた後で形成された、例示的なデュアル・ダマシン開口9 0 を示す。様々な適切な現像およびエッチングのプロセス手順を使用して、図6に示す例示的な構造を形成することができる。例示的な実施形態では、中間のエッチング・ステップは、エッチング停止層3 0 が露出したときに、終えることができる。図6は、上段部8 2 と下段部7 8 を含む2段の開口である例示的なデュアル・ダマシン開口9 0 を含む。例示的な実施形態では、下段部分7 8 は、デュアル・ダマシン開口9 0 がそこから形成された開口6 0 の幅と実質的に同じである幅8 0 を含む。言い換えば、図5に示す構造からデュアル・ダマシン開口9 0 を形成するために使用されたエッチング・プロセスの間に、例示的な下段部7 8 は、横方向に余りエッチングされていない。上段部8 2 の幅8 4 は、幅8 0 よりも大きい。上段部8 2 は、ハードマスク層5 4 、酸素含有膜4 8 、上の低k 誘電体膜4 2 、酸素含有膜3 6 、エッチング停止層3 0 を通って延び、酸素含有膜2 4 の露出部で終わる。したがって、上段部8 2 は、酸素含有膜2 4 の上面2 6 で画定される底を含む。下段部7 8 は、酸素含有膜2 4 および1 2 、下の低k 誘電体膜1 8 およびバリア層6 を通って延びる。下段部7 8 は、底面6 3 まで延びる。図6に示す構造は、ただ単に例示的であるという意図であり、他のデュアル・ダマシン構造を代わりに使用することができる。例えば、デュアル・ダマシンすなわち2段の開口は、例証したものよりも相対的に大きな幅の上段部、および底面6 3 まで延びる1つより多い下段部、および2以上の下段部の開口を分離する下段部内の柱状部すなわちエッチングされていない部分を含むことができる。その後、デュアル・ダマシン開口に、相互接続媒体として導電性材料を充填することができる。例示的な実施形態では、デュアル・ダマシン開口内に形成された相互接続媒体は、下にある導電性特徴を上にある導電性特徴に接続するビアとして作用することができる。例えば、底面6 3 は、例えば図3に示す導電線5のよう下にある導電線の上面であることができる。他の実施形態に従って、相互接続媒体は他の機能を果たすことができる。

【0022】

本発明の基本的な概念は、様々なデュアル・ダマシン構造のどのようなものでも形成することができる。特に、図4に示す開口6 0 のような開口が、1つの低k 誘電体膜、または図4に示す2つのそのような膜のような複数の低k 誘電体膜を通って延びるようにならざるを得ない。したがって、低k 誘電体膜から光敏感膜中に拡散して、影響を受けた部分を現像液に溶けないようにすることである。したがって、パターン歪みは軽減され、溶けない除去し難いフォトレジストは生じない。

【0023】

上記は、単に本発明の原理を例証するに過ぎない。したがって、理解されることであるが、当業者は、本明細書で明確に記述または図示しないが、本発明の原理を具現化し、本発明の範囲および精神の中に含まれる様々な配列を工夫することができるであろう。さらに、ここで列挙した全ての実施例および条件を示す言語は、特に、教授の目的のためだけであり、発明の原理および本発明者が当技術の進歩にもたらした概念を理解するのを手助けすることを主に意図し、そのような具体的に列挙された実施例および条件に制限されないものとして解釈されるべきである。さらに、本発明の原理、態様および実施形態、並びにそれらの特定の実施例をここで詳細に述べる全ての陳述は、構造上だけでなく機能上の同等物も包含する意図である。さらに、そのような同等物は、現在知られている同等物だけでなく将来開発される同等物、すなわち構造に関係なく同じ機能を行う開発されるどのような要素も含む意図である。したがって、本発明の範囲は、ここに示され記述された例示的な実施形態に制限される意図でない。それどころか、本発明の範囲および精神は、添付の特許請求の範囲によって具現化される。

【図面の簡単な説明】

【図1】従来技術に従った、積層膜内の皮膜で覆われた開口の中の不溶性フォトレジストを示す断面図である。

【図2】本発明に従った例示的な積層膜を示す断面図である。

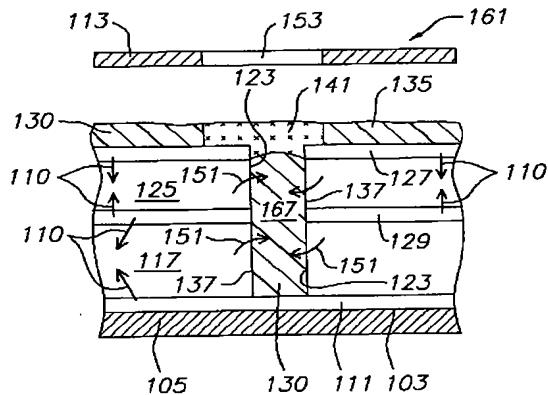
【図3】本発明の例示的な下部構造を示す断面図である。

【図4】本発明の例示的な積層膜に形成された開口内に形成されたフォトレジストを示す断面図である。

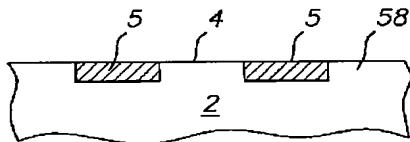
【図5】フォトレジストの部分が現像された後の図4に示す構造を示す図である。

【図6】図4および5に示す例示的な積層膜に形成された例示的なデュアル・ダマシン開口を示す断面図である。

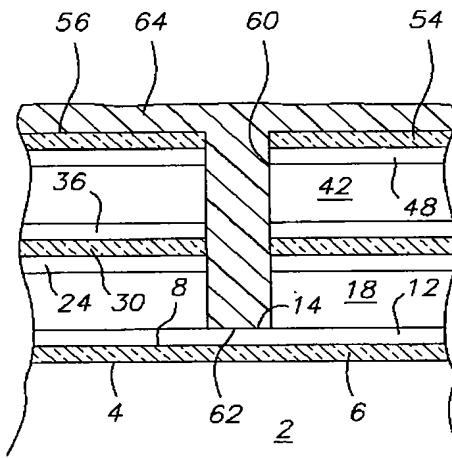
【図1】



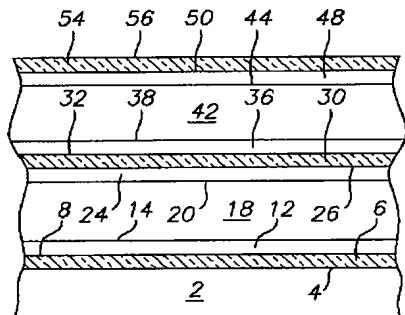
【図3】



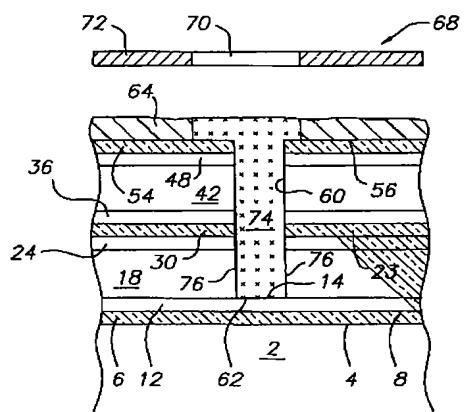
【図4】



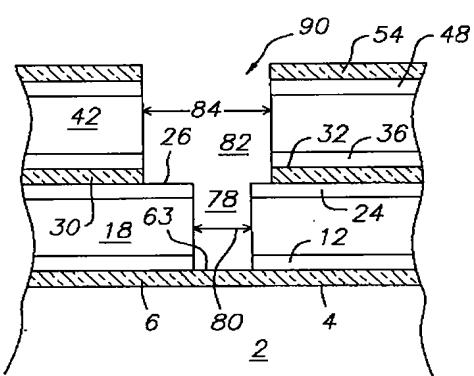
【図2】



【図5】



【図6】



フロントページの続き

(74) 代理人 100091889
弁理士 藤野 育男
(74) 代理人 100101498
弁理士 越智 隆夫
(74) 代理人 100096688
弁理士 本宮 照久
(74) 代理人 100102808
弁理士 高梨 憲通
(74) 代理人 100104352
弁理士 朝日 伸光
(74) 代理人 100107401
弁理士 高橋 誠一郎
(74) 代理人 100106183
弁理士 吉澤 弘司
(72) 発明者 カート ジー. スティナー
アメリカ合衆国 18051 ペンシルヴァニア, フォーゲルスヴィル, ブロッサム ハイツ 7
922
(72) 発明者 スザン クレイ ヴィット カヴェージ
アメリカ合衆国 32836 フロリダ, オーランド, ポートバリー ドライヴ 9525
(72) 発明者 スチーヴン アラン ライトル
アメリカ合衆国 32835 フロリダ, オーランド, キャニオン レイク サークル 7972
(72) 発明者 ジェラルド ギブソン
アメリカ合衆国 32835 フロリダ, オーランド, ウィロー シェイド コート 4418
(72) 発明者 スコット ジェセッソ
アメリカ合衆国 32821 フロリダ, オーランド, バンナー レイク 6622, サークル
ナンバー8202
F ターム(参考) 5F033 MM02 QQ01 QQ09 QQ10 QQ25 QQ28 QQ37 RR01 RR04 RR05
RR06 RR23 RR25 RR29 SS04 SS15 TT02 TT04 XX24 XX28
5F046 HA07
5F058 AD05 AD10 AF01 AF04 AH02 BD02 BD04 BD19 BF25 BJ02